اعادة استخدام حجارة المباني القديمه المدمرة في الترميم والإحياء

حالة دراسية: مبنى حوش النتشة في البلدة القديمة لمدينة الخليل – فلسطين

بحث مقدم للمشاركة في

" المؤتمر الدولي المحكم و المنشور: الاستراتيجيات والاتجاهات الحديثة في تنمية المدن وإعادة الأعمار ما بعد الحروب والنزاعات"

د. غسان جودة الدويك

دكتوراة هندسة معمارية
استاذ مشارك – جامعة بوليتكنك فلسطين

م. ورود وليد بدر

هندسة مدنية، طالبة ماجستير عمارة مستدامة
مشرف مختبر مواد البناء – جامعة بوليتكنك فلسطين

Sept. 2019

الملخص:

تحضن مدينة الخليل بين ثناياها ارثا معماريا حضاريا مميزا يتمثل في المركز التاريخي للمدينة "البلدة القديمة" ومساحتها 1.2 كم³، حيث تعتبر البلدة القديمة في مدينة الخليل من أقدم المدن في العالم كما تُعتبر ذات أهميّة دينيّة للديانات الابراهيمية الثلاث، حيث يتوسط المدينة المسجد الإبراهيمي الذي يحوي مقامات للأنبياء إبراهيم، وإسحق، ويعقوب، وزوجاتهم، والبلدة القديمة عبارة عن عدد من الأزقة والبيوت والأبنية التاريخيّة والدكاكين والأسواق القديمة التي اشتهرت بالمهن اليدوية كصناعة الغزل والزجاج والصابون ودباغة الجلود مما أهلها لتصبح اليوم على لائحة اليونسكو بفرادتها المعمارية.

فايمانا برسالة الزملاء خاصة المعماريين في مدينة الخليل، واستكمالا لما اجروه من دراسات ومقترحات تتعلق بالترميم والحفاظ على الموروث الثقافي والحضري في المدينة، وايمانا بالحجر الطبيعي وما يتمتع به من خواص ميكانيكية وفيزيائية وكيميائية، مما ميزه كمادة بناء مستدامة عن العديد من مواد البناء الأخرى، فقد توجهت من خلال الدراسة لفحص الاحجار من حوش النتشة المهجور والمهدم والذي لم يتم ترميمه حديثا، لفحص خواص أحجار المبنى وتبيان مدى قابليتها لاعادة الاستخدام والاستفادة من المبنى أو من حجارته في أعمال الترميم.

حيث خلصت الدراسة إلى التأكيد على مدى استدامة حجر البناء في منطقة الخليل عامة، وقياس الخواص الفيزيائية في الجانب الانشائي لحوش النتشة في مباني البلدة القديمة من مدينة الخليل خاصة.

وقد اتبعت الدراسة المنهج التجريبي والتحليلي لقياس قوى التحمل للضغط وامتصاص الماء والكثافة لحجارة البناء لمبنى حوش النتشة، عن طريق اختيار عينات شاملة للعناصر الانشائية في المبنى، وعمل التجارب المخبرية المختلفة لقياس الخصائص، ومن ثم تحليل القراءات واستخلاص النتائج وتحديد مواصفات حجر البناء.

ومن أهم النتائج التي توصل اليها البحث التأكيد على أن الحجر الطبيعي مادة بناء مستدامة بامتياز، حيث اثبتت النتائج انه وبعد مرور مئات السنين على الحجر القائم في مبنى حوش النتشة أعطى قوة تحمل تصل الى 950 kg/cm² ، وهي مواصفات عالية جدا تؤهله لتحمل الضغط لمئات السنين القادمة ايضا، كما يمكن الاستفادة من قطع الحجارة المتساقطة في تدعيم وترميم المباني المجاورة في البلدة القديمة ذات نفس النمط المعماري.

الكلمات المفتاحية: ترميم مباني، البلدة القديمة، الخليل، فحوصات حجارة، استدامة حجارة البناء، اعادة استخدام حجارة.

الفهرس

الفصل الأول

المنهجية ومنطقة الدراسة

1.2 المقدمة:

تعتبر مدينة الخليل من أقدم المدن الفلسطينية وأكبرها مساحة، وأعرقها حضارة، سميت بهذا الاسم نسبة إلى خليل الله إبراهيم عليه السلام الذي سكنها عام 1800 قبل الميلاد، تميزت عبر العصور بالخضرة والطبيعة الخلابة والمناخ المعتدل صيفا وهوائها العليل نظرا لطبيعتها الجبلية المشرفة، تقع المدينة جنوب الضفة الغربية، ويحدها من الجهة الشمالية مدينة بيت لحم، ومن الجهة الجنوبية مدينة بئر السبع، ومن الجهة الشرقية الأغوار وأريحا، ومن الجهة الغربية قرى شمال شرق غزة وقراها المهجرة عام 1948، ويبلغ عدد سكان مدينة الخليل 215,452 نسمة. [1]

تعد الخليل أنشط المدن الفلسطينية من ناحية الاقتصاد والتجارة، بسبب كثرة أسواقها، وتوافد الناس إليها، ودينياً تعتبر الخليل من الأماكن المقدسة بالنسبة للديانات السماوية الثلاث، وقد أكسبها وجود الحرم الابراهيمي الشريف خاصة أهمية تاريخية ودينية وسياحية للبلدة القديمة.

معماريا، في العصر المملوكي، وصف الحنبلي مساكن القدس والخليل قائلًا:... وأما بناء بيت المقدس فهوفي غاية الإحكام والإتقان، جميعه بالأحجار البيض المنحوتة، وسقفه معقود، وليس في بنائه لبن ولا في سقفه خشب؛ ولا يوجد أتقن من عمارتها في مدن فلسطين، ولا أحسن رؤية من بناء بيت المقدس، ومثلها بلد الخليل عليه السلام؛ لكن بناء بيت المقدس أمكن وأتقن، ويقرب منه بناء مدينة نابلس .

أما البلوي أبو البقاء خالد بن عيسى (توفي قبل 780 هـ / 1378 م)، فقد وصف مساكن الخليل، وربما يكون قد انفرد هو بين الرحالة المسلمين والأجانب، الذين زاروا المدينة بذكر لون مساكنها ووصفه باللون الأبيض الذي تشوبه خضرة الحدائق الملتفة حولها والمكتنفة بساحاتها، قبل الحنبلي بحوالي مائة وعشرين سنة تقريبا. [2]

وكان للطبيعة الجبلية دورٌ في تحديد مواد البناء المكونة من حجارة الكلس شديدة الصلابة التي أضفت على المدينة طابعا مميزاً من خلال اللون الأبيض الجميل.

"فان المساكن التقليدية في مدينة الخليل القديمة ما هي إلا حصيلة التطور والخبرات والتجارب التي مارسها المعمار العربي المسلم في بحثه عن راحته وعن ما يلبي احتياجاته بما يتوافق مع الظروف المناخية والبيئة السائدة ويلبي الاحتياجات النفسية والفكرية النابعة عن مفهوم الدين الإسلامي الشامل للحياة.

إن الطراز السائد في مدينة الخليل القديمة والذي ساد في معظم بيوت القرى والمدن الفلسطينية والذي استمر بالتطور مع تطور الأسرة؛ حيث إنه يمكن أن نقول أن المسقط الأفقي لهذه البيوت ككل والمساكن التقليدية في الخليل، كجزء من الدراسة، يحكي قصة العائلة التي سكنته، والتطور الذي حصل على مر السنين.

والذي يزور البيت الخليلي يدرك أن البيت تطور على عدة مراحل، ويستدل على ذلك من تنوع حجارة البناء؛ حيث يدل هذا التنوع على اختلاف الفترات الزمنية التي بني فيها المسكن". [2]

تناولت العديد من الأبحاث والكتب موضوع المباني التاريخية من حيث أهميتها وموروثها الثقافي والحضاري وطريقة بناءها والمواد المستخدمة في البناء ومخططاتها وهيكليتها، وكان من الهام مراجعة الدراسات والأبحاث التي تمت على المباني والبلدات القديمة في فلسطين عامة وفي مدينة الخليل خاصة.

ومن ابرز الكتب والمراجع التي تحدثت عن اساليب البناء والعناصر الانشائية والمعمارية وأعمال الترميم في البلدة القديمة في مدينة الخليل هو الدليل الارشادي لأعمال ترميم المباني التاريخية والصادر من لجنة اعمار الخليل [3]، يعرض ويتطرق إلى مفاهيم أساسية في الحفاظ على التراث العمراني ودرجات التدخل ومناهج وطرق توثيق التراث العمراني وطرق الترميم وإعادة التاهيل المتبعة في لجنة اعمار الخليل.

وتناول العمارة التقليدية في الخليل من حيث النشأة والتشكيل ويتطرق لتصنيفات المباني التاريخية ويستعرض بشكل مفصل كافة العناصر المعمارية التي تتميز بها هذه العمارة إضافة المواد وطرق الانشاء المستخدمة، وتقنيات وأساليب الترميم من خال حصر كافة المشاكل التي تواجه المباني التاريخية وعناصرها وتحليل هذه المشاكل بطريقة علمية تستند إلى تشخيص المشكلة ودراسة أسباب التلف ومن ثم وضع الحلول الملائمة للمعاجلة .

ويتحدث عن أعمال إعادة التأهيل للمباني التاريخية من حيث التطرق لطبيعة التداخلات المتبعة في إعادة التأهيل وكيفية التعامل معا لضمان الحد الادنى من التدخل في المباني التاريخية، وأخيرا يعرض ثلاثة حالات دراسية لمباني تم ترميمها وإعادة تأهيلها بحيث تمثل كل حالة منهجية محددة من مناهج الترميم والحفاظ المعماري المتبعة في لجنة اعمار الخليل.

ومن الجدير ذكره أيضا كتاب (حفظ المباني التاريخية – مبان من مدينة المحرق Conservation of Historic Buildings– Buildings from Muharraq) [4]

حيث من المعلوم بأن منطقة الخليج العربي شهدت نشاطا حضريا متسارعا منذ اكتشاف النفط، الذي أدى إلى تغيير كبير في مدنها والمناطق التي تواجد فيها العمران التقليدي والمواقع الأثرية، وبذلك أضحت الممتلكات

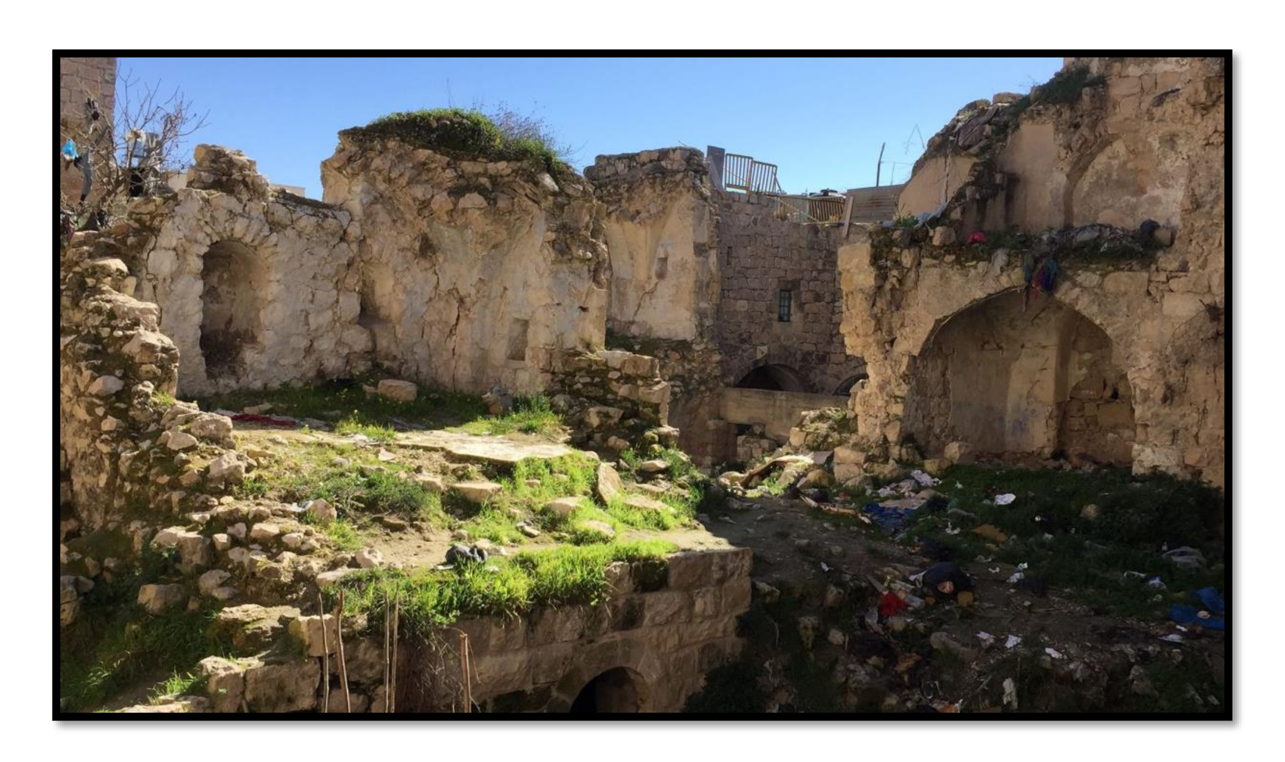
الثقافية الباقية فريدة ومميزة عن العمران الذي صاحب هذا التطور، فهي ذات قيمة عالية للمجتمعات المحلية وللأجيال القادمة، ويحتوي الشاطئ الغربي للخليج العربي على الكثير من المواقع الثقافية والتاريخية التي تعرضت لعوامل التلف أو الاندثار التي تسببت بها عوامل الطبيعة أو الأعمال البشرية من جراء التطور والزحف العمراني، و تتشابه هذه المواقع عموما في مواد بنائها وتقنيات إنشائها .

و يشكل هذا الكتاب مساهمة هامة في تحسين أعمال الحفاظ والترميم في المنطقة، فمن خلال التجارب والتحاليل المخبرية اللازمة، وتشخيص مواد البناء المستخدمة في المباني التقليدية سواء كانت حجارة أو مونة أو أخشاب، وكذلك من خلال استخدام الطرق والأجهزة العلمية الحديثة، تم التعرف على تقنيات البناء المستخدمة قديما في تشييد المباني التاريخية في منطقة الخليج. وبالعمل على توصيف العناصر الانشائية والمعمارية والزخرفية لهذه المباني ودراسة وتشخيص عوامل ومظاهر تلف مواد البناء المستخدمة فيها تم اقتراح الأساليب والمواد المناسبة التي يمكن استخدامها لمعالجة المشاكل التي تتعرض لها هذه المباني.

1.2 الموقع وحدود الدراسة:

وتتمحور الدراسة حول دراسة وتقييم الخواص الفيزيائية للحجر الطبيعي المستخدم في بناء منازل البلدة القديمة في الخليل، والتي يعود إنشاء معظم مبانيها إلى فترة الحكم المملوكي، حيث تقع البلدة القديمة شرق مركز الخليل، وهي عبارة عن عدد كبير من الطرق والمباني الأثريّة، بالإضافة إلى المعالم المعماريّة والدينيّة الهامة للديانات الإبراهيميّة الثلاث، أهمها المسجد الإبراهيمي، ويسكن البلدة اليوم حوالي 40,000 مواطن فلسطيني، بالإضافة إلى حوالي 1,000 مستوطن إسرائيلي.

وتم التعاون مع لجنة اعمار الخليل لتحديد المبنى الذي ستتم عليه الدراسة، حيث انه لابد من اختيار مبنى يقع في قلب البلدة القديمة يمكن اخذ عينات حجرية مختلفة منه ولا يؤثر ذلك على متانته وانشاؤه او استخدامه، حيث انه يصعب ازالة أي حجر من أي جزء من المباني المأهولة والمباني التي تم ترميمها والحفاظ عليها، لذا وقع الاختيار على مبنى حوش النتشة المهدم والغير مأهول بتاتا لأخذ العينات الحجرية من عناصره الانشائية المختلفة واجراء الفحوصات المخبرية عليها، ولتوقع عمر الحجارة وبما أن بعض المباني السكنية في البلدة القديمة من الخليل تعود إلى نهاية العصر المملوكي، على الأقل الطبقة الأرضية فيها وبعض أجزائها، وبقية المساكن تعود في غالبية أجزائها المعمارية إلى العصر العثماني 1517–1917، فيمكن توقع العمر الزمني للمبنى و للحجارة المأخوذة للعينات خاصة – بما أنها أخذت من الطابق الأرضي– بحوالي 500 عام. [5]



صورة رقم 1.1: مبنى حوش النتشة، البلدة القديمة، الخليل. (المصدر: الباحثان)

1.3 مشكلة الدراسة:

تعد الية وطرق الترميم للمباني التاريخية والأثرية من التحديات الصعبة من حيث الحفاظ على الارث والطراز المعماري، لما يشكله من أهمية تاريخية في توثيق حضارة وحقبة بأكملها، ومن حيث الحفاظ على استدامة المبنى وظيفيا وانشائيا، لذا كان من المجدي فحص واختبار قوة وتحمل حجارة المبنى القائم في البلدة القديمة (حوش النتشة) لقوى الضغط وخواص امتصاص الماء والوزن الحجمي، وذلك لدراسة امكانية ترميم المبنى واعادة استخدامه، او ربما لتوظيفه في أعمال الترميم واستخدام جزء من الحجارة المهدمة في ترميم مباني أخرى متقاربه في النمط وأقل تهديما.

1.4 أسئلة الدراسة:

-ما مدى قوة تحمل الحجارة لقوى الضغط بعد ما يزيد عن 500 عام من الإنشاء؟

-هو يوجد اختلاف في المواصفات للحجارة المستخدمة في مبنى حوش النتشة تبعا للعنصر الانشائي المأخوذة منه العينة؟

-اذا كان هناك اختلاف فعلا، ما العلاقة بين صلابة ومتانة الحجر والعنصر الانشائي والشكل المعماري؟

-ما مدى استدامة حجارة المباني السكنية في البلدة القديمة في الخليل؟؟ وهل هذا يؤكد على اعتبار حجر البناء كمادة بناء مستدامة يمكن استغلالها في أعمال الترميم والحفاظ على الموروث المعماري والحضاري ؟

1.5 أهداف وأهمية الدراسة:

تهدف هذه الدراسة الى تحديد وقياس مدى استدامة حجر البناء لمبنى حوش النتشة خاصة، وقياس ذلك على المباني السكنية للبلدة القديمة بمدينة الخليل عامة، للاستفادة من هذه النتيجة في امكانية ترميم المبنى واعادة استخدامه، او لاستخدام جزء من الحجارة المهدمة في ترميم مباني أخرى او مبان بحاجة الى اضافات وتوسعة.

1.6 أدوات ومنهجية الدراسة :

استخدم في هذه الدراسة المنهج التجريبي والتحليلي لقياس الخواص الفيزيائية للحجر، كما استخدم المنهج التاريخي لتوقع عمر المبنى، حيث أن هذا المبنى لم يتم ترميمه من قبل او عمل مخططات له، لذا لا تتوافر بخصوصه معلومات دقيقة حتى من لجنة الاعمار للبلدة في الخليل، ومن أهم الأدوات التي تم استخدامها في هذه الدراسة:

- المقابلات الشخصية مع المهندسين في لجنة اعمار الخليل، ومراجعة الفحوصات التي اجريت على مواد البناء لمباني البلدة من قبل، وتدارس واختيار المبنى الذي يمكن أخذ عينات حجرية منه بحيث لا يمس المباني القائمة انشائية ولا معماريا.
- استخراج عينات مناسبة من الموقع المحدد (حوش النتشة) لاجراء التجارب عليها، ومن ثم نقلها لمختبر مركز الحجر والرخام في جامعة بوليتكنك فلسطين لقصها بالأبعاد الموصى عليها في المواصفات الفلسطينية لاجراء اللفحوصات المخبرية المختلفة.
- استخدام أجهزة مختبر تكنولوجيا مواد البناء في جامعة بوليتكنك فلسطين لاجراء الفحوصات اللازمة على الحجر (فحص نسبة الامتصاص للماء، الوزن النوعي، مقاومة قوى الضغط)، وتم العمل على الأجهزة بشكل شخصي وبمساعدة بعض الطلاب كجزء من العمل التعاوني.
- التصوير الفوتوغرافي والمشاهدات الميدانية المستمرة طوال فترة البحث.

الفصل الثاني

الاختبارات والفحوصات العملية

2.1 فحوصات الحجر المكون لمبنى حوش النتشة:

يعتبر صمود مبنى حوش النتشة (عينة الدراسة) وباقي مباني البلدة القديمة في الخليل في وجه عوامل وتحديات الزمن والمناخ والظواهر الطبيعية والأحمال الواقعه عليها خير برهان على على ما يتمتع به الحجر الطبيعي والحجر الخليلي خاصة من مواصفات عالية وخصائص فيزيائية ساهمت في صموده وبقائه.

ولتقييم حجارة المبنى بوضعها القائم وضمن الامكانيات المتوافرة لدينا في مختبر تكنولوجيا مواد البناء في جامعة بوليتكنك فلسطين، فقد تم اجراء الفحوصات التالية على عينات الحجر المستخدمة في البحث:

1 – فحص نسبة امتصاص الماء: يقصد بها كمية الماء التي يمتصها الحجر بعد غمره بالماء، وتعد هامة جدا بالنسبة للحجارة خاصة تلك التي تستخدم في أعمال بناء الحوائط، فالحجر الأفضل هو الأقل امتصاصا للماء ونسبة الامتصاص تعطي فكرة غير مباشرة عن مقاومته للمؤثرات الجوية ومقاومته لحمل الضغط.

2 –تحديد الوزن النوعي أو الكثافة: وهو وزن الحجر الجاف مقسوما على حجمه، ويعطي فكره عن نسبة الفراغات داخل عينة الحجارة ، كما يستفاد منه عند حساب الأحمال وفي تصميم الخلطات الخرسانية.

3 –فحص مقاومة الضغط أو الكسر: تجري عدة اختبارات على احجار البناء لمعرفة مقاومتا للأحمال المختلفة ومن اهمها اختبار مقاومة الضغط، ومع أن الحمل الذي تتعرض له المنشآت الحجرية أقل بكثير من حمل التهشيم، الا أن المقاومة القصوى للضغط تعطي فكرة عن أغلب خواص الحجر مثل مقاومته للعوامل الجوية المتلفة والنفاذية والامتصاص والمقاومة للبري أي تعطي فكرة عن سلوك الحجر كمادة بناء، وعادة ما تزداد مقاومة الكسر كلما ازاد الوزن الحجمي وقلت نسبة الامتصاص.

4– الفحص البصري: ويعنى بدراسة نسيج الحجارة وخلوها من الشروخ والفجوات، لون الحجر حيث يجب أن يكون متجانس لأن وجود بقع بلون غريب يعبر عن وجود مواد ضعيفة أو مركبات حديدية أو طينية، والتركيب البنائي هل هو بلوري أم حبيبي، وحجم وترتيب الحبيبات.

2.2 اختيار العينات:

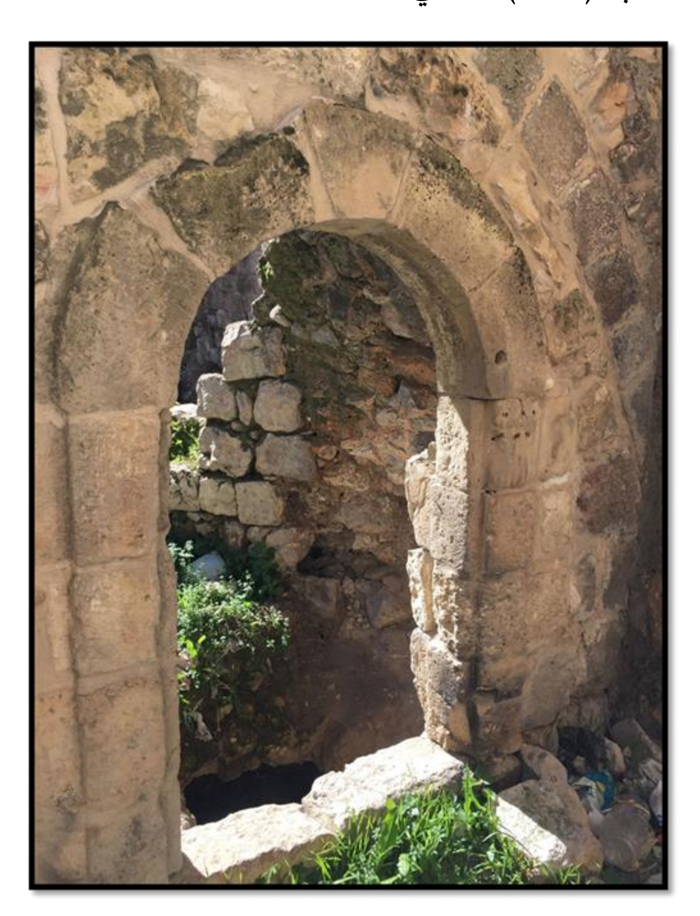
تم أخذ العينات من أربع عناصر انشائية مكونة للمبنى، لدراسة خصائص الحجر للمبنى بشكل عام ودراسة التباين بين خصائص الحجر المكون لكل عنصر، فكانت العينات على النحو التالي:

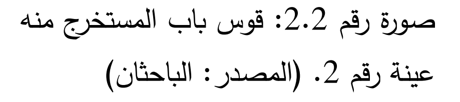
- **عينة رقم 1:** تمثل حجارة القوس الحامل والذي يعمل عمل جسر ربط حامل للجزء العلوي من المبنى، من الواضح من خلال الصورة المرفقة أن النظام الانشائي للبناء كان يرتكز على اقواس مركبة حاملة تتألف من قوس صغير بحجارة مطبوبة لاعطاء الشكل المعماري المنتظم والذي تم أخذ العينة الأولى منه، يعلوه قوس اكبر من حجارة غير منتظمة الشكل والتي يتوقع انها كثر صلابة ولم يتم نقشها او نحتها بشكل منتظم وابعاد موحدة لصلابتها، ولكن لم يستخرج منها عينة لعدم المساس بانشاء وتحميل المبنى.

- **عينة رقم 2:** أخذت العينات من أقواس الابواب، مطبوبه (منقشة) كما في الصور اللاحقة.



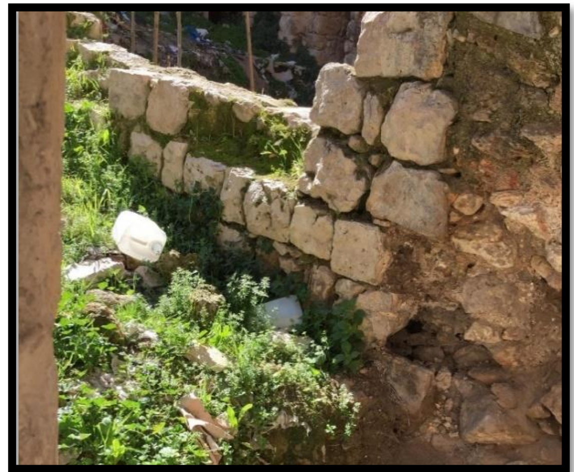
صورة رقم 2.1: قوس حامل المستخرج منه عينة رقم 1. (المصدر: الباحثان)





صورة رقم 2.2: قوس باب المستخرج منه عينة رقم 2. (المصدر: الباحثان)

- **عينة رقم 3:** أخذت من الجدران الحاملة في المبنى، حيث كانت تتكون الجدران – كما هو موضح بالصور المرفقة– من صفي حجارة بينهم مادة مالئة عادة ما تتكون من الجير والتراب والحجارة غير منتظمة الشكل، كما تعد هذه الجدران جدران حاملة توزع الأحمال الواقعه عليها وتنقلها الى الأساسات.



صورة رقم 2.3: جدار حامل مهدم مستخرج منه عينة رقم 3. (المصدر: الباحثان)



صورة رقم 2.4: جدار حامل المستخرج منه عينة رقم 3. (المصدر: الباحثان)

- **عينة رقم 4:** تم أخذها من العنصر الانشائي العقدات، وما يسمى بعقدات الريش على هيئة اقواس حجرية نصف دائرية، ويشيد العقد عادة من الحجارة الطويلة ذات الكثافة العالية أو المتوسطة، ويوضع بينها مونة جيرية لتأخذ شكل القوس ويملأ الفراغ فوق جوانب الأقواس بالجير المخلوط بالتراب وكسر الحجارة.



صورة رقم 2.4: عقدة الريش لسطح مسطبة. (المصدر: الباحثان)

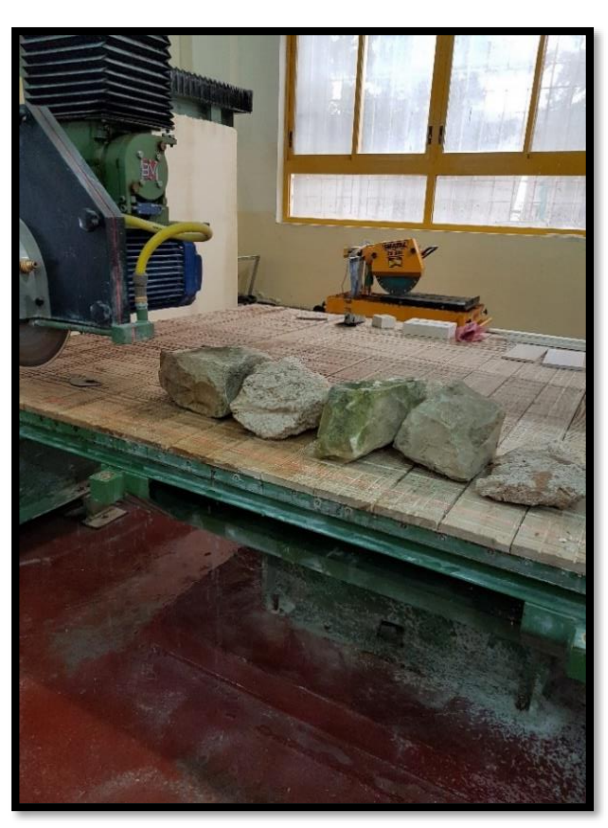


صورة رقم 2.5: جزء من عقدات مهدمة تبين تفاصيل البناء. (المصدر: الباحثان)

2.3 معالجة وتجهيز العينات:

قبل اجراء الفحوصات والاختبارات كان لابد من تجهيز وقص عينات الحجارة بالأبعاد المطلوبة حسب المواصفات الأمريكية ASTM والفلسطينية PS-112-1997 والتي سيتم الفحص عليها. [6]

وبالتعاون مع مدير مركز الحجر والرخام الفلسطيني التابع لجامعة بوليتكنك فلسطين وباستخدام جهاز قص الحجر بالليزر، تم تكعيب العينات حسب الأبعاد الممكنة كما في الصور المرفقة:



صورة رقم 2.6: قص عينات الحجر. (المصدر: الباحثان)



صورة رقم 2.7: قص العينات بواسطة مهندس مختص. (المصدر: الباحثان)



صورة رقم 2.8: عينة رقم 3 بعد القص.
(المصدر : الباحثان)



صورة رقم 2.9: عينات الحجارة بعد القص.
(المصدر : الباحثان)

ومن الجدير بالذكر الملاحظة ومن خلال الصور كيف أن قلب الحجر الواضح بعد القص يتمتع بخواص ظاهرية ممتازة جدا ولون موحد مختلف تماما عن اللون الذي يظهر على السطح نتيجة العوامل المختلفة، وأن ابعاد ما يمكن أن نسميه "تلف" أو تأثير العوامل الجوية والزمن لم يتجاوز طبقة سمكها 0.5 سم.

2.4 الفحوصات المخبرية:

بعد اعداد العينات في مختبر مركز الحجر والرخام الفلسطيني وترقيمها على حسب مصدر كل عينة، تم نقلها الى مختبر تكنولوجيا مواد البناء لاجراء الفحوصات اللازمة كما وردت سابقا حسب الخطوات التالية:

1. تسجيل ارقام العينات وابعاد كل عينة بدقة شديدة.
2. نقعها بالماء مدة 24 ساعة لقياس الإمتصاص الأقصى للماء، ومن ثم وزنها وهي مشبعه بالماء وتسجيل القراءات، يليها تجفيفها بالفرن 24 ساعة أخرى لتجفيفها تماما ووزنها جافة.
3. وحساب نسبة الامتصاص Water Absorption % بقسمة فارق الوزن الرطب والجاف الى الوزن الجاف.

نسبة الإمتصاص الطبيعي = ((الوزن الرطب – الوزن الجاف) / الوزن الجاف) * 100%



صورة رقم 2.10: نقع العينات بالماء للوصول الى حالة التشبع. (المصدر: الباحثان)



صورة رقم 2.11: تجفيف العينات في فرن التجفيف القياسي. (المصدر: الباحثان)

4. حساب الوزن النوعي (Specific Gravity) للعينات المختلفة عن طريق قسمة الوزن الجاف لكل عينة على حجمها.

5. واخيرا الاختبار الأهم لهذه التجربة وهو قياس مقاومة الضغط، (Compressive Strength) عن طريق ضغطها بجهاز حساب مقاومة الضغط وتسجيل الأحمال بوحدة KN.



صورة رقم 2.12: جهاز حساب مقاومة الضغط. (المصدر: الباحثان)



صورة رقم 2.13: قراءة جهاز مقاومة الضغط. (المصدر: الباحثان)

وفيما يلي جدول 2.1 يبين جميع القراءات والحسابات للعينات المختلفة:

رقم العينة	الوزن الرطب	الوزن الجاف	الطول	العرض	الارتفاع	الحجم	نسبة الامتصاص	الوزن الحجمي	حمل الكسر	مقاومة الضغط	مقاومة الضغط
unit	gm	gm	cm	cm	cm	cm^3	%	gm/cm^2	KN	Kg/cm^2	Mpa
1.1	2169.2	2123	9.7	9.7	9.7	912.673	2.2%	2.33	479.3	519.6	50.94
1.2	2200.4	2157.2	9.7	9.7	9.7	912.673	2.0%	2.36	540.6	586.0	57.46
1.3	920.4	903.6	9.7	4.2	9.7	395.178	1.9%	2.29	218.6	547.3	53.66
1.4	1402.8	1375	9.7	6.2	9.7	583.358	2.0%	2.36	244.15	414.1	40.60
4.3	1736.6	1734.8	9.7	7.4	9.6	689.088	0.1%	2.52	372.5	529.3	51.89
							1.6%	**2.37**		**519.3**	**50.9**
2.1	1791.2	1525.2	9.7	9.7	9.5	893.855	17.4%	1.71	89	96.5	9.46
2.2	1785.4	1520.4	9.7	9.7	9.8	922.082	17.4%	1.65	67.15	72.8	7.14
2.3	762.4	651.8	9.7	4.1	9.6	381.792	17.0%	1.71	28.98	74.3	7.29
2.4	738.6	623	9.6	4	9.9	380.16	18.6%	1.64	29.87	79.3	7.78
							17.6%	**1.68**		**80.7**	**7.9**
3.1	1840.2	1801	9.7	9.7	9.6	903.264	2.2%	1.99	676	732.8	71.85
3.2	1137.2	1113.6	7.7	5.9	9.7	440.671	2.1%	2.53	372	835.2	81.88
3.3	1151	1109	7.6	6.3	9.8	469.224	3.8%	2.36	463.8	988.0	96.87
3.4	714	688	6.2	6.1	7.6	287.432	3.8%	2.39	464.5	1252.7	122.82
							3.0%	2.32		952.2	93.4
4.1	1874.8	1633.4	9.7	9.7	9.6	903.264	14.8%	1.81	205.6	222.9	21.85
4.2	1477.8	1279.6	9.7	7.8	9.7	733.902	15.5%	1.74	81.4	109.7	10.76
							15.1%	**1.78**		**166.3**	**16.3**

الفصل الثالث

النتائج والتوصيات

3.1 تحليل القراءات ومطابقة المواصفات:

تباينت القيم لنتائج الفحوصات التي أجريت على عينات الفحص المختلفة كما في جدول 2.1 السابق، وفيما يلي جدول يوضح المواصفات الفلسطينية [6] للتجارب المختلفة الخاصة بالحجارة والتي سيتم مقارنة نتائج الفحوصات بها:

جدول 3.1: تصنيف الحجارة الطبيعية طبقا للمواصفات الفلسطينية. (اعداد الباحثان)

المواصفة	جرانيت+ رخام + حجر جيري صلب		حجر جيري طري + حجر رملي	
	صنف أ	صنف ب	صنف أ	صنف ب
نسبة الامتصاص للماء لاتزيد عن	1%	2%	3%	4.50%
الوزن النوعي (غم/سم^2)لا يقل عن	2.6	2.5	2.45	2.2
مقاومة الضغط (Mpa) لا تقل عن	55	50	45	30

وعند مقارنة النتائج بالمواصفات المدرجة بالجدول 3.1 يممكنا ملاحظة الأرقام التالية:

- أعلى مقاومة للضغط سجلتها العينة رقم 3 (الجدران الحاملة)، حيث تراوحت بين 71.85 – 122.82 Mpa، وهي قيم ممتازة تطابق صنف أ للحجر الجيري الصلب.
- سجلت ايضا العينة رقم 1 (الأقواس الحاملة) نتائج جيدة تطابق صنف أ للحجر الجيري الصلب.
- تناسبت القيم المطابقة في العينة 1 و 3 لمقاومة الضغط مع قيم نسبة الامتصاص ولكنها تطابق صنف ب بفارق بسيط عن صنف أ.
- لم تحقق العينة 2 والعينة 4 نتائج جيدة بالنسبة لنسبة الإمتصاص الطبيعي ولا لمقاومة الضغط.

- تمتعت العينات 2 و 4 بوزن نوعي منخفض جدا يتناسب مع مواصفات مقاومة الضغط ونسبة الإمتصاص الغير مطابقة لأي مواصفة.

ويمكن استخلاص مواصفات العينات التي تمت دراستها بعد تحليل وربط كافة النتائج على النحو التالي:

جدول 3.2: مواصفات عينات الحجر لعينة الدراسة (حوش النتشة) للعناصر الانشائية المختلفة. اعداد الباحث

رقم العينة	مصدر العينة	نسبة الامتصاص	الوزن النوعي	مقاومة الضغط MPa	الوصف العام
1	الأقواس	1.6%	2.37	50.9	جيري صلب صنف ب، مقاومة ضغط جيدة
2	الأبواب	17.6%	1.68	7.9	حجر رملي طري وخفيف جدا
3	الجدران الحاملة	3.0%	2.32	93.4	مقاومة عالية جدا للضغط، وزن نوعي و نسبة امتصاص متوسطة
4	عقدات الريش	14%	1.8	22	نسبة امتصاص عالية ووزن نوعي منخفض، ومقاومة قليلة للضغط

3.2 النتائج والتوصيات:

1. يتميز حجر البناء الطبيعي بمواصفات عالية جدا صنفته كمادة بناء مستدامة بامتياز.
2. اكدت نتائج الفحوصات المخبرية لحجر البناء ضمن الحالة الدراسية (حوش النتشة _ البلدة القديمة لمدينة الخليل) ما يتمتع به الحجر الطبيعي من مواصفات عالية خاصة قوة تحمل الضغط.
3. من خلال نتائج الفحوصات للعناصر الانشائية لمبنى حوش النتشة يمكن ملاحظة ما يلي:

- سجلت القراءات اعلى مقاومة للضغط في العينات المأخوذة من الجدران الحاملة، وعند النظر الى العينة الأصلية او العينة في الموقع نلاحظ انه نظرا لصلابتها وقسوتها لم يتم تنقيشها أو نحتها في اشكال منتظمة، بل كانت في أشكال عشوائية كما هي في الطبيعة، وكانت الحجارة الأكبر حجما توضع في الأسفل وينقص الحجم كلما اتجهنا لأعلى.

- اتسمت حجارة الاقواس الحاملة وحتى اقواس الأبواب بمواصفات قليلة مقارنة بحجارة الجدران الحاملة، ويرجح ذلك الى استخدام احجار خفيفة الوزن وطرية لامكانية تشكيلها وتنقيشها، لكن ومن ناحية انشائية نجد أنه علا كل قوس تم فحصه (مطبوب وبأبعاد هندسية) قوس اخر من حجارة غير مشكلة تتشابه وحجارة الجدران الحاملة كما ظهر في الصور السابقة الخاصة بالعينات، ويتوقع أن تكون اشد صلابة وبمواصفات أعلى، لكن لم يتم أخذ عينات منها للفحص لعدم المساس بانشاء المبنى.

- سجلت حجارة العقدات مقاومة ضعيفة للضغط، ويرجع ذلك الى أن حجارة العقدات التي تم فحصها كان مخلوطه مع قطع فخارية في المادة الرابطة، وكانت تبنى على هذا الشكل لتخفيف الأحمال المؤثرة على السطح. [3]

1. ضرورة الحفاظ على الموقع واعادة تأهيله و ترميمه واستخدامه لخدمة الجمهور، حيث أنه تزيد نسبة الانهيار به مع مرور الزمن وبدأ بالتحول لمكب نفايات من المجاورين، مما يترتب عليه مشاكل صحية مستقبلا.

2. امكانية الاستفادة من الأحجار المنهارة في ترميم ودعم أجزاء المبنى أو المباني المجاورة للحفاظ على السمة العمرانية.

3. إحياء أعمال البناء والترميم في البلدة القديمة يسهم في تأكيد الهوية الفلسطينية والحفاظ على الموروث الوطني والثقافي والاجتماعي.

المراجع:

[1] "ويكبيديا،" [متصل]. Available: https://ar.wikipedia.org/wiki/الخليل. [تاريخ الوصول 16 10 2019].

[2] "مركز المعلومات الوطني الفلسطيني وفا،" [متصل]. Available: http://info.wafa.ps/ar_page.aspx?id=10802. [تاريخ الوصول 5 5 2019].

[3] القواسمي, د. خالد فهد; حلمي مرقة، الدليل الارشادي لاعمال ترميم المباني التاريخية، الخليل: لجنة اعمار الخليل، 2016.

[4] د. س. أ. المحاري، حفظ المبـاني التـاريخيـة – مبان من مدينـة المحـرق، الشارقة: المركز الدولي لدراسة صون وترميم الممتلكات الثقافية- ايكروم، 2018.

[5] "مدينة الخليل وجه معماري فريد رسم ملامحه التاريخ،" *العرب،* المجلد 40، رقم 10687، p. 20، 10 7 2017.

[6] "مواصفة فلسطينية PS112،" مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية، نابلس، 1997.